스마트 공장 국제 및 국내 표준화 동향

김용운, 정상진, 유상근, 차석근*
한국전자통신연구원, ㈜에이시에스*

요 약

본 고에서는 제조업 혁신을 위한 국가 정책적 대응이 진행 중에 있어 스마트 공장에 대한 국제 및 국내 표준화 동향을 소개하도록 한다. 스마트 공장에 관련된 핵심 용어들이 의미 정의가 되지 않은 채 쓰이고 있기에 혼동을 주고 있어 현황에 대해서도 설명하도록 하고, 스마트 공장에 대해 ISO와 IEC에 진행되고 있는 국제 표준화 현황과 국가기술표준원과 TTA를 통해 진행되고 있는 국내 표준화 현황도 함께 소개하도록 한다.

Ⅰ. 서 론

본 고에서는 최근 정부가 제조업 진흥을 위해 역점을 두고 추진하고 있는 스마트 공장 분야에 대해 국제 표준화와 국내 표준화 대응 동향을 소개하도록 한다.

일반 소비자용과 산업용 제품을 생산하는 공장은 경영, 영업/수주, 제품 기획, 설계, 개발, 원부자재 구매, 제조, 품질검사, 재고관리, 출하 등 다양한 사업 활동을 통해 운영된다.

하나의 제품을 제조하는 데에는 제품 원료가 되는 원부자재가 필요하고, 원부자재 제조 과정을 거슬러 올라가면 근본 물질을 만드는 과정부터 시작되는 후방산업군이 한 가지 제품 생산을 위해 뒷받침하게 된다.

또한, 생산된 제품이 유통망을 경유하여 최종 소비를 하는 고객에게 전달되고, 고장에 대한 수리 서비스, 사용 종료된 제품에 대한 폐기 또는 제품 속의 재생 가능한 자원에 대한 재활용 등 고객에 근접해 있는 주체들로 형성되는 전방 산업군이 존재한다.

하나의 제품에 연결되는 후방산업 주체들과 전방산업 주체들이 같은 가치 사슬을 공유하게 되고 전체적인 산업 고도화와 지능화는 가치 사슬에 속한 각 주체들이 다같이 지능화의 수준을 높여야 병목 현상이 일어나지 않게 된다.

가치사슬 전체의 지능화는 당사자들 간에 정보 생산, 정보 조직화, 정보 교환, 정보 가공 등의 수준에 의해 좌우된다. 스마트 공장 분야에서의 표준화는 이들 요소들을 가장 효율화 시킬 수 있는 방향으로 표준화 작업이 이루어진다.

제품이 실제 생산되는 제조 공정에는 수많은 공작기계, 제조라인, 작업자 등이 움직이고 있고 구성 요소들 간에 IT 기술로 연결되어 정보를 교환하여 생산 활동을 지원하고 있다. 제조 공정의 다양한 구성 요소에서부터 생산관리, 품질 관리 등 제품 생산과 기획, 영업, 인력 등 경영에 이르기까지 정보 교환의 주체들 간에는 표준화 된 형태로 정보가 교환되어야 하며, 이에 대해 매우 많은 표준들이 존재하고 있고, 향후 지속적인 표준 개발이 진행될 것이다[1].

본 고에서는 이러한 표준화 활동들에 대해 국제 및 국내에서 이루어지는 주요 현황에 대해 요약 소개하도록 한다.

Ⅱ. 본 론

1. 생산과 제조

생산(production)과 제조(manufacturing)라는 용어는 산업 현장에서 널리 쓰이고 있으나 특별한 의미 차이를 두지 않고, 사람들의 언어 습관에 따라 쓰이고 있는 실정이다. 따라서 생산관리, 생산공정/제조공정, 생산 지원 시스템/제조 지원 시스템 등과 같이 각 용어들이 같은 뜻으로, 또는 현장에서 쓰이는 습관에 따라 의미 차이를 갖고 생산과 제조가 혼용되고 있다.

국제적으로는 생산이 제조보다 일반적 의미로 쓰인다. 제조는 공작기계와 공정 절차를 통해 원료를 가공하여 가시적 형태의 제품을 만드는 것을 말하고, 생산은 어떤 과정을 거쳐서 결과를 만들어내는 모든 행위를 말하며 결과물은 유형의 결과일 수도 있고 무형의 결과일 수도 있다. 즉, 제조는 항상 유형의 결과를 만들어 내고, 생산은 유형 또는 무형의 결과를 만들어내는 일반적 용어인 것이다. 따라서 제조 행위는 생산 과정의 결과를 항상 보일 수 있지만, 생산은 제조 행위가 없이도 이루어질 수 있다. 그러므로 생산은 산업 현장에서 어떤 업종의 사업 수단을 만드는 일반적 의미로 이해하고, 제조는 사업 수단을 실체적 형태로

만드는 행위로 구분하여야 한다.

이러한 의미 차이에서 보면 생산관리는 제조를 포함하여 최종 산물을 만드는 데에 필요한 제반 사항들을 다룬다는 점에 제조관리보다 더 적합한 용어라고 할 수 있고, 제품이 실제 제조되는 현장의 작업 절차를 의미한다는 뜻에서 제조공정 용어가 생산공정보다 더 적합하다고 하겠다.

"생산 설비"와 "제조 지원 시스템" 용어에 대해 다음과 같이 설명하는 경우가 있다[2].

생산 설비는 공장 건물, 생산 기계, 공구, 자재 취급 장비, 검사 장비 등 제품 생산에 필요한 장비와 공정을 제어하는 컴퓨터 시스템 등 제품 생산에 직접적으로 필요한 장비를 말한다. 생산 공정에 따른 기계의 배치는 직접적인 장비는 아니지만, 제품 생산과 직접적인 연관이 있기 때문에 생산 설비에 포함된다.

제조 지원 시스템은 생산 설비의 활동을 관리하는 사람과 절차를 말한다. 제품 생산에 필요한 공정의 결정과 생산 기계의 설계, 생산 계획과 관리, 제품 품질 검사 및 관리 등의 활동으로 제품 생산을 간접적으로 지원한다.

위 생산 설비를 제조 설비라는 용어로 바꾸고 제조 지원 시스템을 생산 지원 시스템이라고 바꾸면 국제적으로 통용되는 생산과 제조 의미에 부합하는 용어라고 하겠다.

2. 스마트 공장 vs 스마트 제조

스마트 제조(smart manufacturing)와 스마트 공장(smart factory)의 차이에 대한 용어 정의가 국제 및 국내에서 이루어져 있지 않은 상황이고, 국제적으로 일종의 브랜드와 같이 미래 제조업의 비전을 제시하는 목표로서 활용되고 있다. 따라서 개념적 의미에 대한 설명에 그치고 있기 때문에 두 가지 용어에 대한 설명에 그리 차이가 나지 않고 있다.

반면에 국내에서는 표준화에 대한 시스템적 접근을 위해 표준화 프레임워크와 표준화 로드맵 등을 개발하고 있어서 두 가지 용어에 대한 의미 차이를 구분하고자 하고 있다. 스마트 공장은 제조가 일어나는 장소라는 의미에 중점을 둘 수밖에 없고 스마트 제조는 제품이 제조되는 행위에 초점을 두게 된다.

스마트 공장에 대해서도 광의의 스마트 공장과 협의의 스마트 공장 의미가 쓰이고 있다. 아직 국내에서 이들에 대한 합의된 의미 정의가 이루어져 있지 않은 상태이지만, 광의의 스마트 공장은 비즈니스 가치 사슬 전반에 최적화를 가능하게 하며, 유연하고 상호운용성을 지원하는 자동화 지능형 설비, 생산, 운영을 통합하고 개방을 통해 고객과 소통하는 공장으로서 설명하고 있고, 협의의 스마트 공장은 제품의 기획 · 설계, 생산, 품질, 유지보수 등 제조 공장에서의 생산 프로세스에 대한 정보화 및 생산 시스템의 자동화를 실현하는 공장으로 설명하고 있다[3].

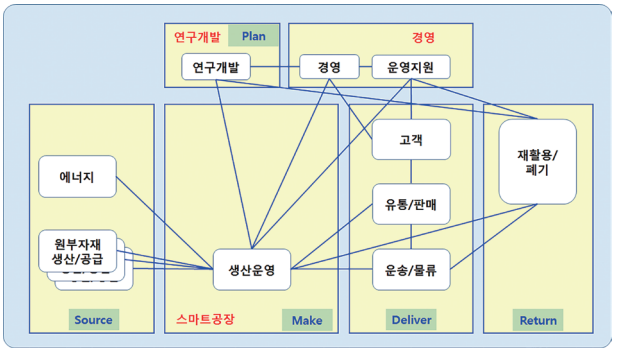

그림 1. 스마트 제조 개념 모델

국가기술표준원에서 개발하고 있는 "스마트 제조 표준화 프레임워크"에서는 스마트 제조와 스마트 공장을 구분하고 있는데, 여기서의 스마트 제조는 광의의 스마트 공장과 같은 뜻이고, 스마트 공장은 협의의 스마트 공장을 뜻한다.

스마트 제조 표준화 프레임워크에서 스마트 제조 분야의 개념 모델은 하나의 도메인, 하나의 애플리케이션 또는 서비스에 한정되지 않는다. 개념 모델은 스마트 제조 분야에서 다루어야 되는 폭넓고 다양한 비즈니스와 서비스를 포함하며, 비즈니스 사업자 및 시장 고객의 요구사항을 충족하기 위한 다양한 기능을 포함하고 있다. 스마트 제조 분야 개념 모델의 최상위 도메인들은 〈그림 1〉과 같다[4].

〈그림 1〉의 스마트 제조는 크게 전방산업, 후방산업, 생산에 대한 세 가지 영역으로 구성된다. 스마트 공장으로 원부자재 및 에너지를 공급하는 후방산업 주체들과 생산된 제품에 대해 재활용/폐기를 포함하여 운송/물류, 유통/판매 채널을 통해 시장으로 공급하여 최종 소비자에게 이르기까지 연관되는 전방산업 주체들이 있고, 기업이 생산을 운영하고 있는 것이다.

생산 기업은 세부적으로 "스마트 공장", "경영", "연구개발" 세 가지 구성으로 이루어진다. 공정설비들과 작업자들을 통해 실제 제품 제조가 일어나는 공장이 있고, 소비 시장과 직접 소통을 하는 경영이 있고, 연구개발은 경영과는 속성이 다르며 제조 현장과는 분리된 형태로 구성될 수 있다.

스마트 제조에 대한 각각의 구성 요소들 내에는 공통된 속성의 기능을 수행하는 기능 도메인들이 존재한다. 후방산업에서는 원부자재를 공급하는 주체들로 이루어진 "원부자재 생산/공급" 도메인이 있고, 이들 자체는 또 하나의 스마트 제조 체계를 구성한다. 또한, "에너지" 도메인이 존재하여 공장 운영에 필요한 에너지를 공급하는 역할을 맡는다.

생산 기업의 경영 영역에는 직접적 경영 역할을 수행하는 "경영" 도메인이 있고, 보안, 안전, 법적 규제 대응 등 안정적 경영 활동과 제품 생산을 지원하는 "운영지원" 도메인이 있다.

생산 기업의 연구개발 영역에는 "연구개발" 도메인이 있어, 제품 개발을 수행하는 데에 필요한 세부 역할들을 모두 아우르게 된다.

"스마트 공장" 영역은 제품 생산과 직접 관련된 수행 사항들을 모두 포괄하는 "생산 운영" 도메인이 있다.

공장으로부터 출하된 제품은 전방산업 영역으로 진행되는데, "운송/물류" 도메인을 통해 시장에 공급되고, "유통/판매" 도메인을 통해 소비자에게 공급되고, "고객" 도메인은 제품을 사용하면서 활용에 대한 피드백이 경영의 "운영지원" 도메인으로 전달된다.

활용이 끝난 폐품은 "재활용/폐기" 도메인을 구성하여 폐기 과정 또는 재사용과 재활용을 거쳐 "생산운영" 도메인으로 환원되어 생산의 재료로 쓰이게 된다.

이러한 개념적 구성을 바탕으로 스마트 제조는, 〈그림 1〉과 같이 고객에게 다가가는 제조 전방 산업과 원부자재를 공급하는 후방산업의 가치 사슬을 연동시키는 수평통합과 공장의 생산체계에 대한 수직통합을 통해 소비자 맞춤형 개인화 제조를 지원하고 소비자 요구에 빠르게 반응할 수 있도록 동적 및 적응적 제조가 제공되는 생산 체제로서 설명할 수 있다. 따라서 스마트 제조는 같은 가치사슬을 이루는 전체 제조 생태계의 지능화를 아우르는 광의의 개념이고, 그 속에서 제조 공정 및 공장의 효율화 및 지능화를 도모하는 것이 스마트 공장의 개념이라고 할 수 있다.

이러한 개념적 정의를 바탕으로 "스마트 제조 표준화 프레임워크" 체제에서의 스마트 공장은, 제조/공정관리, 유지보수, 재활용/폐기 등 제품 생산에 초점을 맞추어 최소 비용과 시간으로 고객맞춤형 제품 생산을 하고, 제품 생산 공정들이 실시간 연동 및 통합되는 생산체제로서 시장 변화 적응적 적기 생산, 생산성 향상, 에너지 절감, 인간 중심 작업 환경, 개인맞춤형 제조를 가능하게 하는 공장이라고 정의할 수 있다.

그러나, 이러한 용어 설명에 있어 제2장 1절에 설명되어 있는 생산과 제조의 의미와 스마트 제조 표준화 프레임워크에서의 스마트 제조는 의미상 서로 부합되지 않는 문제가 있다.

이와 같이 현재 국내에서는 핵심 용어들에 대해 공통된 의미 정의가 미진한 상황이며, 공통 용어 정의에 대한 KS 표준안이 현재 개발 중에 있고, 2016년에는 로드맵과 프레임워크에 대한 보완 작업이 진행될 예정이어서 이러한 표준 대응 과정을 통해 완료될 것으로 보인다.

3. 국제표준화 동향

스마트 공장에 대한 표준화는 제조와 직접적 연관이 되는 주제들을 다루는 곳에서 진행되는 것과 제조에 대한 지능화를 실현하는 기술 솔루션 측면에서 진행되는 것으로 구분할 수 있다. 전자에 대한 표준화는 ISO/TC 184와 IEC TC 65에서 주로 진행되고, 후자는 ISO/IEC JTC 1, oneM2M, IEEE, OMG, IIC 등 다양한 곳에서 IoT, 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅, 보안, CPS, M2M 등과 같은 주제에 대해 표준 개발이 이루어지고 있다. 여기서는 ISO/TC 184와 IEC TC 65 중심으로 동향 소개를 하도록 한다.

ISO/TC 184는 산업자동화 및 통합을 담당하는 기술위원회이며, 다음과 같이 4개의 표준 개발 그룹을 갖고 있다.

- ISO/TC 184/SC 1 – 물리 장치 제어
- ISO/TC 184/SC 2 – 로봇 및 로봇 장치
- ISO/TC 184/SC 4 – 산업 데이터
- ISO/TC 184/SC 5 – 기업 시스템 및 자동화 응용을 위한 상호운용성, 통합 및 아키텍처

이들 그룹 가운데 스마트 공장과 가장 밀접한 데이터 및 제품 모델은 SC 4, 아키텍처 및 시스템 통합 분야는 SC 5에서 맡고 있다.

IEC TC 65는 산업용 공정 계측, 제어 및 자동화를 위해 사용되는 시스템과 요소 기술에 대한 표준을 개발하고 있고, 다음과 같이 4개의 표준화 위원회와 워킹 그룹들로 구성되어 있다.

- IEC TC 65/SC 65A – 시스템 측면
- IEC TC 65/SC 65B – 측정/제어 디바이스
- IEC TC 65/SC 65C – 산업용 통신망
- IEC TC 65/SC 65E – 시스템 통합
- IEC TC 65/WG 1 – 용어 정의
- IEC TC 65/WG 10 – 네트워크/시스템 보안
- IEC TC 65/JWG 13 – 공정계측/제어/자동화 장비에 대한 안전
- IEC TC 65/JWG 14 – 에너지효율,
- IEC TC 65/WG15 – 공정산업 분석

한국에서는 위 표준화 그룹들 가운데 일부 그룹에 활동 중이며, 이를 통해 파악되는 활동 중심으로 동향을 소개하도록 한다.

가. ISO/TC 184/SC 4

SC 4에서 개발된 산업 데이터 표준을 활용하여 일반 제조업, 조선해양, 플랜트, 원자력 플랜트 등의 설계 정보를 교환하는 기술은 국내외 산업체, 연구소, 대학교에서 많은 연구가 되었다. 제품 데이터 및 품질 정량화 표준 등은 스마트 공장 지원을 위한 핵심 자원에 해당되며, 시스템들 간의 상호운용성, 자동화 시스템의 통합, 검사 및 유지보수, 스마트 제조 기능 분산 구조화 및 검토 등의 목적으로 활용할 수 있다[1].

SC 4 산업 데이터 분야 표준은 총 686종이 개발되었고, 다음과 같은 주요 표준들이 있으며, 제품 데이터의 표현과 교환(ISO 10303) 시리즈가 621 종으로 대부분을 차지하고 있다[4].

- ISO 10303, Standard for Product data representation and exchange
- ISO 13584, PLIB – Parts Library
- ISO 15531, Industrial manufacturing management data
- ISO 15926, Process Plants including Oil and Gas facilities life-cycle data

- ISO 18629, Process specification language
- ISO 18876, Integration of industrial data for exchange, access, and sharing)
- ISO 22745, Open Technical Dictionary
- ISO 8000, Data Quality

제품모델 교환 표준(ISO 10303, STEP)은 제조 업체에서 제품을 개발하고 생산할 때, 서로 다른 자동화 시스템 간에 제품 정보를 교환하는 데 공통의 언어 역할을 하는 인터페이스 기술이며, 이종 자동화 시스템 간에 제품의 형상 정보를 포함하는 설계 정보와 제품의 전 수명주기 동안에 사용되는 다양한 엔지니어링 정보를 교환할 수 있는 응용 프로토콜을 규정하고 있다[4].

STEP을 통해 데이터 교환이 이루어지게 되면, 내부적 혹은 외부적인 의사 전달(한 조직 내에서뿐만 아니라 그 조직의 고객, 계약자, 공급자, 동업자들과의 의사 전달)이 가능하게 될 뿐만 아니라, 하나의 응용 프로그램에서 생성된 공학적인 데이터가 다른 응용 프로그램에서도 읽혀질 수 있게 된다. 다음 그림은 기계 제품이 설계되어, 해석을 통해 성능을 확인하고, 제조 단계를 거쳐 생산되는 과정에, 설계정보가 다양한 형태의 자동화 시스템들로 교환되는 모습을 보여준다[4].

정보 품질 표준(ISO 8000)은 산업 자동화의 확대에 따라 데이터 품질에 대한 요구가 높아지는 상황에서 제정되는 표준들이다. 예를 들면 로봇을 통한 생산 자동화가 보편화 되면서 품질관리의 범위가 공정관리에서 설계품질 관리로 확대되고 있다. 설계에서 발생된 오류가 자동으로 제조 공정에 빠르게 전파되는 상황이라, 설계품질을 더 높게 관리하지 못 하면 제조공정에 큰 차질을 가져오는 상황이 발생하고 있고, 전자상거래를 위한 전자 카탈로그의 경우에도 전자 카탈로그 콘텐트에 대한 규격화와 정보품질 관리가 중요해 지고 있다[4].

산업 자동화를 위한 설계 정보 표준화에 대한 산업계 수요를 충족하기 위한 컨설팅 업체인 EuroSTEP, ProSTEP, ITI, Theorem, Ellysium과 같은 기업들이 유럽과 미국에서 활발하게 STEP 표준 기술의 산업 적용에 참여하고 있으며, 한편으로는 국가 간 표준화 기구인 ISO의 표준화 절차에 만족하지 못 하는 전문가들이 W3C, OMG, OASIS 등의 민간 표준화 컨소시엄으로 이동하여 표준화 활동을 확산하고 있기도 하다[4].

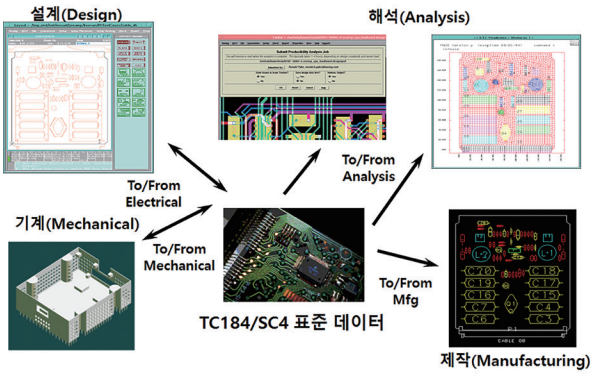

그림 2. 제품 데이터 교환 및 공유

2014년 04월 발간된 '인더스트리 4.0을 위한 독일 표준화 로드맵'을 보면 ICT 기술 기반으로 제조와 물류 시스템이 밀접하게 통합된 스마트 제조에서는 제조와 영업 관련된 정보의 품질을 확보하고 자동으로 교환하는 표준 기술의 적용이 중요함을 밝히고 있다[4].

나. ISO/TC 184/SC 5

SC 5는 다음과 같은 워킹그룹으로 구성되어 있다.

- WG 1 – 모델링 및 구조
- SG 3 – 산업계에서의 정보화 및 산업화를 할 때의 평가 프레임워크
- WG 4 – 제조 소프트웨어 및 운영환경
- WG 5 – 개방형 시스템 응용 프레임워크
- JWG 5 (Joint WG ISO/TC 184/SC 5 – IEC/SC 65E) – 기업 제어 시스템 통합
- WG 6 – 응용 서비스 인터페이스
- WG 7 – 진단 및 유지보수 응용 통합
- WG 9 – 제조 운영관리를 위한 성능평가지표
- WG 10 – 환경 영향 측면의 제조 시스템 에너지 효율성 및 관련 사항의 검증

SG 3 (A3I) 표준화 동향

제조 설비의 정보화 및 자동화 통합 정도 평가 프레임워크 표준화를 위한 NWIP (New Work Item Proposal) 개발 작업이 진행 중에 있다.

다양한 산업군에 적용 가능한 제조 설비의 ICT 기술의 융합 정도를 측정할 수 있는 평가 모델을 개발하고자 하는 것으로서, 제조 관련 기업의 정보화 및 산업화 정도를 평가하는 평가 모델 및 평가방법을 개발하는 것으로 목표로 하고 있으며, 대상 산업군은 항공/자동차/오일/가스 등 다양한 대상을 고려하고 있다.

NWIP는 총 3개의 부속서로 추진 예정이며, Part 1은 평가 원칙 및 요구 사항, Part 2는 정보화 및 산업화 성숙도 모델, Part 3은 평가 절차로 구성 예정이며, A3I SG은 2015년 12월까지 SG 보고서를 개발 후, 2016년 상반기 A3I의 Part 1에 대한 NWIP 회람을 목표로 하고 있다.

A3I의 핵심 개념인 정보화 (informatization), 산업화 (industrialization), 통합 (integration) 등의 개념에 대해 SG 참여자들 간 합의가 이루어지지 않은 상태이며, 회의를 통해 informatization (제조 설비에 IT 기술 적용 정도), industrialization (제조 설비의 자동화), integration (자동화 설비에 IT 적용) 정도로 정리되어 있다. 위 개념이 국내 스마트

공장 관련 업체들에서 사용하는 개념과 일치하는 지 국내 관련 업계들의 검토 필요한 상황이다.

중국에서 NWIP로 하고자 하는 것은 IEC 62264의 계층 모델 상에서 언급되어 있는 각 계층들의 기능을 모두 포함하는 A3I 평가 모델을 개발하고, 이것을 다양한 산업군에 적용할 수 있도록 적용 지침을 만들고자 하는 것이다. 이러한 적용 지침의 제정 시 국내 스마트 공장 관련 업체들도 본 표준을 이용하여 평가될 수 있으므로 국내 제조업체들의 현황이 표준에 반영될 수 있도록 국내 제조업 체들과의 상호 협력이 필요하다.

NWIP의 추진과 관련하여, ISO/TC 184/SC 5의 주요 국가인 미국, 독일, 중국이 찬성하고 있으며, 우리나라는 특별히 반대할 이유는 없어 보이므로 NWIP 추진에는 무리가 없을 것으로 예상된다.

 # WG 4 표준화 동향

현재 제조 응용 시스템들에 대한 상호운용성 관련 표준화가 진행 중에 있으며, 현재 ISO 16300에 대한 네 개의 부속서 개발 논의가 진행 중에 있다. 이 표준은 스마트 공장 분야의 소프트웨어 간 상호연동과 관련된 사용자와 공급자의 요구사항을 정의하고 있다.

Part 1은 상호연동 개요를 포함하는 스마트 공장 소프트웨어 시스템의 상호연동에 대한 분류를 정의하고 있고, Part 3 은 이를 바탕으로 응용의 요구사항과 시스템이 지원하는 기능들의 상호 연동성 검증에 대한 방법과 도구를 정의하고 있다. Part 2는 스마트 공장 시스템을 위한 소프트웨어의 기능 및 특징을 표준화된 형태로 정의하기 위한 템플릿을 정의하며, 기능 관점에서 소프트웨어의 내용을 작성하기 위한 매핑 규칙을 정의하도록 하고, Part 4는 스마트 팩토리 시스템을 위한 소프트웨어에서 사용자의 요구 사항과 공급자의 요구 사항이 일부 불일치하는 경우의 처리절차 및 방법에 대한 것으로서, 데이터 모델이 다른 경우, 데이터가 다른 경우, 프로토콜, 인터페이스, 템플릿이 다른 경우 등에 대한 처리 방법에 대한 분류 체계 및 재사용 방안에 대한 표준을 정의하고 있다. Part 2와 Part 4는 우리나라 주도로 NWIP 작업이 진행 중에 있다.

 # JWG 5 표준화 동향

JWG 5는 ISO/TC 184/SC 5와 IEC/TC 65와 공동으로 설립한 그룹으로서 IEC 62264 표준을 개발 중에 있으며, Part 1, 2, 3, 5는 이미 표준 제정이 완료되어 있고, Part 4는 최종안 승인 단계에 있다.

IEC 62264 표준은 생산 관리 및 제조 운영에 대한 전체 시스템 구성 모델을 제시하고 있기 때문에 제조 전반에 대한 기능적 이해를 제공하는 기본 개념서라고 할 수 있다. 따라서, 제조업 전반에서 개념 이해의 목적으로 널리 쓰이고 있다.

IEC 62264는 ISA-95 표준을 수용하여 만든 것으로서 ISA-95에서는 Part 6과 Part 7도 개발 중에 있어 추후 IEC 62264 Part 6과 Part 7이 개발될 것으로 전망된다.

다. IEC TC 65/SC 65C

SC 65C는 주로 산업용 케이블과 산업용 유무선 네트워크 관련 표준을 개발해 왔으며, 우리나라는 한양대, LS산전 등이 SC 65C에 주로 활동해 왔다. 이를 통해 LS산전이 개발한 RAPI-Enet과 RRP 기술이 10건의 IEC 표준으로 제정되어 있다.

라. IEC/SMB SG 8

IEC는 표준화관리이사회(SMB) 내 전략그룹 (SG8, Industry 4.0 – Smart Manufacturing) 2014년 9월에 결성하였고, 2015년 10월까지 세 번의 회의를 개최하였다.

SG 8의 주요 활동 목표는 다음과 같다[1][4].

- 스마트 제조 분야의 시장 및 산업 발전 분석
- IEC 내 스마트 제조 관련 TC 및 SC 확인
- 스마트 제조 관련 TC/SC의 현재 활동 상황과 미래 활동 계획 분석
- 필요한 경우 스마트 제조 관련 TC/SC 간의 상호 협력 체계 구축
- TC/SC 간의 도메인 영역 중복 또는 잠재된 문제점 모니터링

이러한 활동 목표에 따라 스마트 제조에 대한 비전, 개념, 참조 모델에 대한 연구를 수행하고, 참조 모델에 따른 기능별 도메인 정의, 도메인 내에서 기능별 use case 도출, use case에 해당하는 IEC TC 및 SC 확인, 해당 TC/SC에서 개발 또는 개발 중인 표준 확인, 신규 표준화 필요성 및 표준화 항목 분석, 향후 표준 개발 방향 제시 등을 다루고 있다[1][4].

〈그림 3〉은 독일에서 개발한 RAMI 4.0 (Reference Architecture Model for Industry 4.0) 모델을 SG 8에서 논의하여 IEC의 관련 표준들을 나열한 것이다.

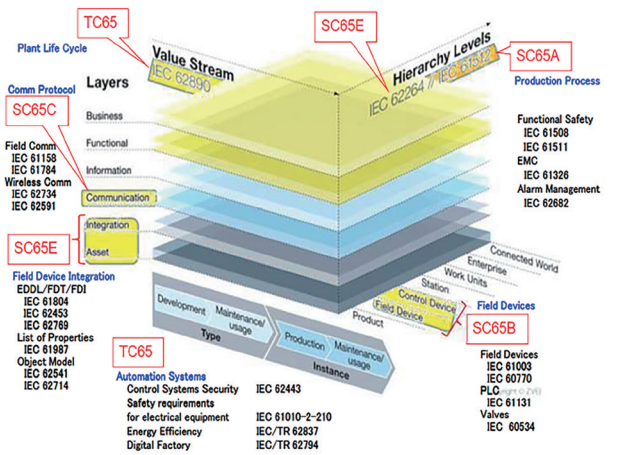

그림 3. 독일의 RAMI 4.0 스마트 제조 참조 모델과 IEC 관련 표준

설립 이래로 2년간의 표준화 연구를 거쳐 2016년에 IEC 차원의 스마트 공장 표준화 대응 전략을 수립하여 IEC가 표준 개발을 추진할 수 있는 방안을 제시할 것으로 전망된다.

IEC/SG 8의 활동 예상 결과물은 다음과 같다[1][4].

- 로드맵 문서
- 아키텍쳐 제안
- SMB와 CAB에 권고안 제출
- 표준개발 위원회(TC, SC)에 상호협력에 대한 권고안
- 스마트 제조 신규 전담 위원회(Committee) 설립 제안

마. ISO/TMB SAG 동향

IEC/SMB SG 8 그룹이 스마트 제조에 대한 관련 표준화 기구의 표준화 현황 분석과 스마트 제조 참조 모델에 대한 연구를 진행하고 있는데, ISO/TMB 산하에도 ISO 차원의 스마트 제조 표준화 대응을 위해 인더스트리 4.0/스마트 제조 SAG (전략자문단)을 2015년 9월에 설립하였다. 전략자문단은 2016년 9월 TMB회의에 최종보고서 제출할 예정이다.[1][4]

인더스트리 4.0/스마트 제조 분야 관련 이용 가능 표준 및 현 작업에 대한 개관을 제시하기 위해 IEC 및 ITU-T와 협력 중에 있다.

4. 국내 표준화 동향

국가기술표준원은 스마트 공장의 구성 모델, 관련 기능요소, 상호 간의 정보 교환모델, 표준화 항목, 표준화 현황, 신규 표준화 항목 등의 전체 표준화 로드맵을 개발하여 단기, 중기, 장기 표준화 목표 설정 및 표준화 추진 전략 수립 중에 있다.

또한, 산 · 학 · 연의 다양한 스마트공장에 대한 정의를 정리하고, 우리나라 제조업 상황이 반영된 국가 차원의 스마트공장 개념을 정립하여, 산업계 확산을 촉진시키기 위해 KS 국가표준 개발을 지원하고 있다. 이에 따라 다음과 같은 KS 표준안이 개발 중에 있으며, 2016년에 제정될 것으로 전망된다.

- 제1부 스마트공장 개요 – 스마트공장 개념 정립
- 제2부 스마트공장 공통 용어 – 스마트공장 R&D 및 보급확산 지원을 위한 주요 용어 정의 및 설명
- 제3부 스마트공장 경영(운영) 요구사항 – 스마트공장 경영시스템 인증제도와 연계

TTA PG 609 (CPS)는 2015년부터 CPS를 제조와 융합한 사이버-물리 생산시스템 (CPPS, Cyber-Physical Production Systems) 관련 표준을 스마트공장과 연계하여 개발하고 있다. 현재 다음과 같은 표준들이 제정되었거나, 개발 작업이 진행 중에 있다.

- TTAK.KO-11.0199, ICT 제조 융합 스마트 팩토리 참조 모델
- TTAK.KO-11.0200, ICT 제조 융합 전개 모델
- TTAK.KO-11.0201, ICT 제조 융합 전개 시나리오
- TTAK.KO-11.0198, 사이버-물리 생산 시스템(CPPS) 통신 미들웨어의 인터페이스 요구사항
- 스마트 팩토리를 위한 생산현장의 스마트화 요구사항
- 자동차 부품산업의 제조 공정 및 참조 아키텍처 모델
- 자동차 부품 업종 스마트 팩토리 적용 지침 및 시나리오
- 사이버 물리 생산 시스템 연동 미들웨어 명세 언어 정의
- 전기전자 부품 및 조립 업종 스마트 팩토리 적용 지침
  - 제1부: 시나리오
- 전기전자 부품 및 조립 업종 스마트 팩토리 적용 지침
  - 제2부: 참조모델
- 전기전자 부품 및 조립 업종 스마트 팩토리 적용 지침
  - 제3부: 시스템 참조구조

Ⅲ. 결 론

스마트 공장에 대한 기술개발, 도입 및 확산 대응이 증가하고 있으나 국내 표준화 대응 기반이 미비한 상황에 있었기에 용어조차 서로 다른 의미로 쓰이고 있는 상황이다.

그러나 2015년부터 스마트 공장 관련 표준화 로드맵, 표준화 프레임워크, KS 표준안, 표준 기반 R/D 로드맵 등의 작업들이 진행되어 왔고, 2016년에는 각각의 작업 결과들이 유기적으로 연결되어 스마트 공장 표준화에 대한 기반이 갖추어질 것으로 전망된다.

스마트 공장 국제표준 개발 관련하여 ISO/TC 184와 IEC/TC 65가 주력 대응하고 있으며, IEC/ SMB SG8에서 스마트 제조 참조모델에 대한 표준화 연구가 진행 중에 있어 우리나라의 지속적 참여를 통해 스마트 제조에 대한 국내 이해 및 의견에 대한 반영이 필요하다. 또한, 국내 스마트 공장과 스마트 제조 참조모델 개발에 국제 동향을 반영하여 국제 흐름과 맞추어 나가야 할 것이다.

스마트 공장 및 스마트 제조에 대한 국제표준 개발을 위해서는 기존 공장과 기존 제조 대비 스마트 공장과 스마트 제조에 대한 개념 정의, 응용, 서비스 및 기술에 대한 요구사항, 요소기술의 범위, 참조모델, 상호운용성 등에 대한 기반 연구와 표준화가 필요하다.

Acknowledgement

이 논문은 2015년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원(No.R0101-15-0307, 사이버-물리 생산 시스템 (CPPS: Cyber-Physical Production Systems) 구현을 위한 생산설비 연동 미들웨어 개발)과 2015년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술평가관리원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.10052927, 제조 혁신을 지원하는 센서연동 모바일 앱 개발 플랫폼)

참 고 문 헌

[1] 국가기술표준원, "스마트공장 표준화 로드맵", 2015. 12.
[2] zum 학습백과, "생산시스템", 2015. 12., (http://study.zum.com/book/13864)
[3] 김덕기, "스마트공장 - 제1부 기본개념과 구조", 2015, 12., 국가기술표준원 KS 표준안
[4] 국가기술표준원, "스마트 제조 표준화 프레임워크", 2015. 12.

약 력

김 용 운

1990년 동아대학교 공학사
1995년 포항공과대학교 공학석사
1995년~2001년 한국전자통신연구원 표준연구센터 선임연구원
2001년~2002년 ZTE퓨처텔㈜
2002년~2004년 ㈜이니텍 CTO/보안기술연구소장
2004년~현재 한국전자통신연구원 표준연구센터 실장/책임연구원
관심분야: 사물인터넷, 그린 ICT, 스마트 팩토리

정 상 진

1999년 KAIST 공학사
2001년 KAIST 공학석사
2014년 KAIST 공학박사
2003년~현재 한국전자통신연구원 표준연구센터 선임연구원
관심분야: ICT 융합, 스마트 팩토리, 그린 ICT

유 상 근

1997년 충남대학교 공학사
1999년 충남대학교 공학석사
1999년~2000년 ㈜ 씨그마테크
2001년~2004년 한국전자통신연구원 정보보호연구단
2004년~현재 한국전자통신연구원 표준연구센터
관심분야: 사물인터넷, 스마트팩토리, 정보보호시스템

차 석 근

1981년 메릴랜드 대학교 전기공학 석사
1982년~1983년 시그마연구소 마이크로웨이브 연구원
1984년~1988년 ㈜어플라이드 엔지니어링 자동화사업부장
1988년~현재 ㈜에이시에스 공동 설립 및 부사장
관심분야: IoT/M2M, 스마트 팩토리, 클라우드 서비스